

**Визначення ефективності спонтанних заквасок для стабілізації якості хлібних виробів на підприємствах хлібного і ресторанного бізнесу****Т. Є. Лебеденко, В. О. Кожевнікова, О. М. Котузаки, Т. П. Новічкова**

*Проведено аналіз давніх традицій хлібопечення з огляду вибору стратегії розвитку сучасних підприємств хлібного і ресторанного бізнесу: удосконалення технологій, асортименту і покращення якості хлібних виробів. Значну увагу приділено проблемам, що гальмують впровадження технологій продукції на спонтанних заквасках. Підкреслено актуальність формування теоретичного підґрунтя таких технологій, конкретизації вимог до сировини, напівфабрикатів і продукції, гармонізації прийнятих у світовому хлібопеченні термінології, технологій і нормативної документації.*

*Обґрунтовано доцільність вивчення автентичних для України пшеничних спонтанних заквасок – хмелевої та на винних дріжджах, а також традиційної для Кавказу горохово-анісової закваски.*

*Встановлено значний вплив рецептури і характеристик сировини на якість заквасок. Доведено, що завдяки використанню винних дріжджів у розвідному циклі закваска набуває необхідної якості за 1–3 доби. Хмелева закваска для дозрівання потребує 7–8 діб, горохово-анісова – 15 діб. Закваски мають загальні та специфічні ознаки – бродильну здатність і кислотність, особливі органолептичні і біотехнологічні властивості, мікробіологічний склад. Це впливає на перебіг технологічного процесу і потребує коректування параметрів ведення заквасок та приготування хліба на їх основі. Характерними для хліба на спонтанних заквасках є яскраві органолептичні характеристики. Показано здатність заквасок гальмувати черствіння продукції і попереджувати її мікробіологічне псування. Встановлено, що хмелева та горохово-анісова закваски стабільні протягом 90, а закваска на винних дріжджах 30 діб ведення.*

*Отримані результати дають підстави стверджувати про перспективність використання спонтанних заквасок у хлібному та ресторанному бізнесі. Це може стати підґрунтям для розробки рекомендацій по вирішенню проблем і формуванню продукції високої якості, розширення асортименту на сучасних промислових та крафтових виробництвах*

*Ключові слова:* спонтанні закваски, хмелева закваска, горохово-анісова закваска, винні дріжджі, національний хліб

**1. Вступ**

Хлібобулочні вироби і технологія їх приготування для багатьох народів світу є синонімом національного багатства і добробуту, справдана їх справедливо називають святинею і символом життя. Більш того, хліб і базові поняття про нього – це один з пунктів національної ідентифікації, невід'ємна частина етнічності і традицій, що відрізняє культури різних народів [1–3]. Проте остан-

німи десятиліттями в США та провідних країнах ЄС встановлено тенденцію до зниження споживання насамперед традиційних хлібобулочних виробів [4, 5]. Пов'язують це з невідповідністю якості продукції запитам споживачів, з тим, що в ЗМІ дуже часто лунають заклики про обмеження її споживання або, навіть, виключення з раціону. Як аргументи називають низький вміст поживних речовин, високу калорійність та використання широкого спектру синтетичних добавок на всіх етапах виробництва (вирощування зерна, отримання борошна, приготування хліба). Пшениця і продукти з неї входять у першу десятку алергенів, у т. ч. за рахунок вмісту глютену. Також при приготування хліба утворюється високий вміст акриламідів який має канцерогенні властивості. Все це викликає сумніви у споживачів і низки дієтологів в безпечності хліба, що пов'язують з цілим спектром неінфекційних захворювань: діабетом, алергіями, порушеннями роботи різних систем організму [6, 7].

Аналіз ринку хліба в Україні показує також наявність низки гострих проблем. За статистичними даними на кожного українця промисловими підприємствами виробляється 26 кг/рік продукції, тобто значно менше ніж споживає середньостатистичний мешканець Європи – біля 50 кг [8]. Демонструє тенденцію до зниження споживання традиційних сортів хліба. Невдоволення українців викликають недосконалість асортименту, швидкі темпи втрати свіжості продукції, невиражені хлібний смак і аромат, висока крихкість м'якушки, часті випадки мікробіологічного псування, вміст синтетичних добавок, що є наслідками поширення прискорених технологій [9–11].

Тому актуальним є аналіз досвіду провідних країн у вирішенні проблем галузі та вивчення власного потенціалу українського хлібопечення в аспекті розробки заходів по підвищенню попиту на продукцію. Важливим є відродження національних технологій з використанням заквасок шляхом встановлення рецептур і технологій приготування заквасок і хлібних виробів на їх основі. Для цього необхідно дослідження біотехнологічних властивостей різних заквасок, їх впливу на перебіг процесів приготування тіста та якості, стабільності при зберіганні готової продукції. Актуальна розробка рекомендацій по адаптації таких технологій до умов роботи сучасних хлібо заводів та пекарень. Це може стати підґрунтям при виборі сучасної стратегії розвитку вітчизняного хлібопечення, дозволить вирішити проблеми, удосконалити асортимент і якість хлібобулочних виробів.

## **2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми**

На сьогодні Європейський хлібопекарський сектор складається з більш ніж 190000 малих і середніх підприємств і 2200 крупних компаній, в яких працюють понад 2 млн. людей. Саме міні-пекарні, крафтові пекарні у світі розглядають як суттєве джерело різноманітних робочих місць. При цьому на 54 % європейських підприємств працює менше 20 чоловік, а в США середньостатистична пекарня налічує близько 35 осіб (більш дрібні комерційні міні-пекарні з 2–4 співробітниками складають майже чверть всіх закладів) [12].

В асортименті особливою популярністю користується продукція так званого "преміум-класу". Особливими для неї є виготовлення за відродженими дав-

німи (аутентичними), традиційними для даної території чи запозиченими з інших культур технологіями з використанням різних спонтанних заквасок, ручної праці, дров'яних, кам'яних печей. На думку фахівців галузі [13], ринок хліба в Україні буде зберігати значимість потужних промислових хлібо заводів, насамперед як гарантів стабільного виробництва якісних і за доступною ціною традиційних хлібо булочних виробів масового споживання. Але більш активно, як і в Європі, будуть розвиватись міні-пекарні, які здебільшого поєднують функції виробництва продукції і її реалізації через магазин, зали ресторану, кафе тощо.

Щодо асортиментного портфелю українського ринку, то огляд сучасних публікацій у наукових джерелах [9–11, 13], а також рекламних статей [14–18] на веб-сайтах хлібопекарських підприємств дає підстави стверджувати, що спостерігаються такі ж тенденції. Зростає інтерес споживачів, науковців і технологів-практиків до виробництва хліба, який не містить промислових дріжджів та синтетичних хімічних добавок, а готується із застосуванням тільки натуральної сировини і різного роду заквасок. Популярний "живий хліб", виготовлений на Полтавщині з житньо-хмелевої закваски з доданням льону, картопляного пюре, паприки та інших прянощів [14], а також хліб "Гречаний на хмелю" [15]. На хмелевих заквасках з виключенням дріжджів з рецептури пропонують хліб у Ніжині [16, 17], продукцію під лінійкою "Здорове харчування" у Козятині [18]. При цьому виявлено зростання зацікавленості виробників у впровадженні технологій хліба на інших традиційних українських та етнічних (баварських, кавказьких, білоруських) заквасках і рецептурах, звертаючись до досвіду різних народів світу [14–18]. Зростає попит на етнічні і екзотичні сорти хліба в ресторанах, модних кафе-булочних, елітних пекарнях, інших закусо чних. Висококласні ресторани в Європі повідомляють, що майже 32 % надходжень включають в себе окреме замовлення на хліб (набагато більше, ніж в середньому 12,5 % для ресторанів в цілому) [19–21].

Більш того, на думку науковців і виробників, лише за умови використання заквасок можливо отримати якісний хліб за популярними у світі трендами:

- «Для здоров'я» з цільнозернового борошна жита, пшениці [22, 23], спельти, інших зернових [24], з покращеними харчовою цінністю і вуглеводним складом [25], засвоюваністю біологічно активних речовин);
- «З низьким вмістом/не містить алергенів» з покращеною глютеніною складовою або безглютеніні ви ро би [26];
- безпечні, зі зниженим вмістом акриліаміду [27, 28], з «Clean Label», «Organic» [29].

Також для формування особливих характеристик етнічних виробів, посилення яскравості хлібного смаку і аромату у традиційній продукції [30, 31], забезпечення тривалих термінів зберігання свіжості і мікробіологічної стабільності разом з покращенням функціональних характеристик [29, 32–37] необхідні закваски. Вони можуть стати альтернативою синтетичним поліпшувачам у вирішенні проблем хлібопечення [29, 32].

Так, в роботі [32] закваски розглядають як засіб покращення якості продукції, стабільності її при зберіганні і покращення фізіологічних властивостей: зниження глікемічного індексу продукції, деградації алергенів (зокрема глютену). Авторами

[33] також зазначено потенціал заквасок для підвищення біодоступності мінеральних речовин, синтезу БАР та покращення метаболізму. В роботі [34] відмічено ефективність використання заквасок для подовження терміну зберігання хлібобулочних виробів завдяки інгібуючій активності молочнокислих бактерій до збудників мікробіологічного псування. При цьому, як показано в [35], будь-які зміни в рецептурі та параметрах ведення заквасок мають значний вплив як на їх технологічні характеристики, так і на мікробіологічні. Це може дозволити культивувати закваски з заданим видовим складом мікрофлори [36]. В роботі [37] запропоновано використання заквасок у чортирьохфазній схемі приготування тіста зі включенням хмелевого екстракту. Ця технологія включає етапи приготування гіркої заварки, її заквашування і зброджування комерційними штамами молочнокислих бактерій і дріжджів з подальшим приготуванням тіста. Доведено покращення якості і стабільності при зберіганні отриманої продукції.

Однак рекомендаціями по впровадженню заквасок в наведених роботах не передбачено виключення з рецептур комерційних дріжджів, штамів чистих культур мікроорганізмів, інших інгредієнтів, здебільшого зберігається інтенсивний спосіб приготування тіста. Тому запропоновані технології не можуть повноцінно позиціонуватися як «відроджені давні, національні, етнічні», що базуються на використанні спонтанних заквасок і тривалого приготування тіста, мінімізації інтенсивного механічного впливу тощо. Саме хлібобулочні вироби, отримані за такими підходами, високо цінуються споживачами і можуть зайняти нішу продукції «преміум-класу».

Авторами [38–42] передбачено використання спонтанних заквасок, але аналіз цих робіт показав різні підходи в отриманні самих заквасок і виробів на їх основі. Наведені результати підтвердили, що властивості заквасок, видовий склад мікрофлори, як на етапі розвідного, так і виробничого циклів, можуть суттєво різнитися в залежності від використаної сировини, регіону її походження, рецептур, параметрів ведення, кліматичних умов. Так, в роботі [38] наведено приклади різних технологічних схем приготування заквасок та досліджено показники якості хлібобулочних виробів на їх основі. Проте авторами не встановлено чіткої залежності властивостей заквасок від параметрів їх ведення. В роботі [39] проаналізовано фізико-хімічні і мікробіологічні характеристики заквасок, виготовлених з використанням різних видів борошна, проте відсутня інформація про можливий вплив додаткових рецептурних компонентів. Авторами [40] більш детально вивчено вплив складу поживного середовища, що використовується для розведення закваски, на її технологічні властивості. Дослідженню заквасок з додатковими компонентами рецептури, зокрема, хмелевим екстрактом, присвячені роботи [41, 42]. Проте невирішеними залишаються питання прогнозованості і стабільності властивостей заквасок, перебігу технологічного процесу та якості готових виробів, закономірностей їх змін під впливом основних чинників. Необхідна розробка технологічних інструкцій по виробництву хлібної продукції на різних спонтанних заквасках в умовах дискретного і безперервного виробництва. Актуально формулювання чітких вимог до показників якості сировини, напівфабрикатів і виробів на всіх етапах тривалої, багатостадійної технології, а також рекомендації по використанню ефективних методів контролю.

Теорії про генетичну близькість до продуктів, виготовлених з місцевої сировини і за традиційними технологіями, пріоритетність використання власного потенціалу українського хлібопечення робить перспективним напрямом відродження автентичних для України технологій хліба. До них можна віднести технології хліба на спонтанних хмелевих заквасках та на винних дріжджах. Крім того, популярність в Україні хлібобулочних виробів Кавказу вказує на доцільність вивчення горохово-анісової закваски, що використовується для приготування «ширмай-нон». Необхідно встановлення параметрів її виведення і можливості впровадження при виготовленні пшеничного хліба з використанням місцевої сировини.

Тому доцільно проведення досліджень, спрямованих на відродження технологій хлібобулочних виробів, що базуються на використанні вищезазначених заквасок, та розробка рекомендацій по їх адаптації до сучасних умов виробництва та якості сировини.

### **3. Мета і завдання дослідження**

Метою дослідження є визначення особливостей технологій і якості обраних спонтанних заквасок і хліба на їх основі для відродження і впровадження давнього асортименту виробів покращеної якості.

Для досягнення мети були поставлені такі завдання:

- визначити біотехнологічні властивості спонтанних пшеничних заквасок на основі горохово-анісового відвару, хмелевого екстракту та винних дріжджів у розвідному та виробничому циклах, встановити можливості їх ведення на протязі тривалого часу;
- оцінити вплив заквасок на перебіг біохімічних і мікробіологічних процесів під час приготування пшеничного тіста при повному виключенні дріжджів з рецептури;
- проаналізувати якість хліба, виготовленого на пшеничних заквасках, впливу обраного способу тістоприготування на швидкість його черствіння та стійкість до мікробіологічного псування;
- розробити рекомендації щодо напрямків і способів використання заквасок, встановити проблеми і шляхи їх вирішенню для практичної реалізації технологій хліба на спонтанних заквасках, адаптованих до сировини та умов виробництва на підприємствах різних потужності.

### **4. Матеріали та методи дослідження властивостей заквасок спонтанного бродіння, хліба на їх основі**

#### **4.1. Досліджувані об'єкти і матеріали**

Для виробництва закваски та хліба використовували два зразки пшеничного борошна ТМ «Богумила» (Україна): зразок № 1 – 1 сорту; зразок № 2 – вищого сорту, що відповідала вимогам ГСТУ 46.004-99. Показники якості використовуюваного борошна наведені в роботі [43].

Використовували іншу основну і додаткову сировину, що відповідала вимогам відповідної нормативної документації: сіль поварену харчову (ДСТУ 3583-97); цукор-пісок (ДСТУ 4623:2006); олію соняшникову

(ДСТУ 4492:2005); солод неферментований Житомирського лікero-горілчаного заводу (Україна) (ДСТУ 4282:2004); горох (ДСТУ 4523:2006); хміль гранульований ДСТУ 4099-02 типу 90 тонко-ароматичного сорту «UA-AROMA» науково-виробничого підприємства «WESTHOPS» (м. Броди, Україна); аніс звичайний (ГОСТ 18315-78).

Зразки пшеничних спонтанних заквасок готували в трьох варіантах:

- 1) горохово-анісова закваска, яку виводили на горохово-анісовому відварі за рекомендаціями [44];
- 2) хмелева закваска, параметри виведення якої встановлено у роботі [29];
- 3) закваска з використанням у розвідному циклі сушених винних дріжджів, що описано в джерелі [45].

Більш детально особливості приготування заквасок у розвідному та виробничому циклах, вхідні чинники впливу, перелік контрольованих параметрів та оцінювані показники якості напівфабрикатів описано в роботі [43]. Протягом розвідного етапу в кілька циклів проводили поповнення поживною сумішшю до досягнення закваскою заданих підйомної сили, кислотності, видового складу мікрофлори та органолептичних характеристик. У виробничому циклі частину (50–75 %) зрілої закваски відбирали і використовували на заміс тіста. До залишку додавали поживну суміш, основними інгредієнтами якої були борошно пшеничне і вода, після чого суміш залишали для дозрівання, набуття заданих біотехнологічних властивостей.

#### **4. 2. Методика визначення показників якості напівфабрикатів та готових виробів**

Під час дослідження хліб виготовляли 3 способами: безопарним, на густій та на рідкій опарі. Закваску вносили у кількості 30 % до загальної маси борошна, дріжджі були присутні лише в рецептурі контрольного зразка.

Контрольний зразок виготовляли за методикою пробного випікання відповідно ГОСТ 27669-88 та рекомендацій [46].

При приготуванні зразків тіста на заквасках безопарним способом, всю сировину і закваску вносили в одну стадію. Загальну тривалість бродіння тіста при температурі 28–30 °C визначали по досягненню заданих органолептичних характеристик, підйомної сили та кислотності.

Густу опару готували із 50 % від всієї кількості борошна, що витрачається на приготування тіста, заквасок і води, кількість якої визначали за розрахунком. Вологість опари складала 45–50 %. Рідку опару готували аналогічно, при цьому використовували 28 % борошна, закваску та воду, витрати якої мали забезпечити вологість опари 68–70 %. Тривалість бродіння опар при температурі 28–30 °C встановлювали по досягненню необхідних органолептичних характеристик та вищезазначених біотехнологічних властивостей. Під час замісу тіста в місилці фаринографу фірми "Brabender" (Німеччина) вносили залишок борошна та води, опару, сольовий розчин та олію соняшникову (консистенція тіста 500 од. приладу). Кожну годину тісто обминали, після досягнення необхідної кислотності та підйомної сили його вручну формували та піддавали кінцевому вистоюванню. Тривалість вистоювання заготовок у термостаті при температурі

( $38 \pm 2$ ) °C і відносній вологості ( $78 \pm 2$ ) % визначали за об'ємом та формою заготовок. Вироби випікали в шафовій печі за температури 220...240 °C.

Якість напівфабрикатів (закваски, опари та тіста) контролювали за показниками вологості, кислотності та підйомної сили. Видовий вклад і характеристики мікрофлори сировини і заквасок визначали методом органолептичного оцінювання під мікроскоп, прямого обліку, висіву на елективні середовища і підрахунку колоній. Методи визначень більш детально описано в роботі [43].

Структурно-механічні властивості та кількість води, необхідної для одержання тіста заданої консистенції, вивчали на фаринографі "Brabender".

Якість хліба оцінювали за фізико-хімічними (питомий об'єм, формостійкість виробів, структурно-механічні властивості м'якушки) та органолептичними показниками (зовнішній вигляд, стан поверхні скоринки, структура пористості, смак, запах). Тривалість збереження виробами свіжості досліджували за зміною протягом 48 год зберігання структурно-механічних властивостей м'якушки. Визначали зміни її загальної, пружної та пластичної деформації на пенетрометрі АП 4/1 (Німеччина) [46]. Ступінь черствіння виробів досліджували також за кришкуватістю м'якушки хліба, визначаючи відсоток крихти, що утворюється під час струшування [47].

Мікробіологічні показники хліба, зокрема наявність картопляної палички, пліснявіння визначали шляхом термостатування готових виробів, загорнутих у вологий папір при температурі 37 °C протягом 36–72 год або до появи ознак псування [48, 49].

Результати експериментальних досліджень були представлені у вигляді графіків, а також піддавалися статистичній обробці, реалізованій за допомогою стандартних пакетів програм MS Office 2007.

## **5. Результати досліджень показників якості пшеничних спонтанних заквасок, напівфабрикатів та готових виробів на їх основі**

Приготування пшеничних спонтанних заквасок спрямоване на накопичення бродильної мікрофлори, яка забезпечить розпушення тіста, продукування органічних кислот, смакових, ароматичних та інших технологічно значимих сполук. Також процеси під час дозрівання заквасок зумовлюють перетворення складових сировини і формування високих споживчих характеристик і харчової цінності, засвоюваності поживних і біологічно активних речовин хлібобулочних виробів. При цьому отримання спонтанних заквасок з необхідними біотехнологічними властивостями – складне завдання, оскільки вони залежать від значного числа мобільних чинників [43]. Насамперед, особливості борошна, а також можливі додаткові інгредієнти, впливають на розвиток і активність дріжджів і молочнокислих бактерій, які зумовлюють формування високої якості хліба та пригнічення сторонніх мікроорганізмів, що можуть змінювати нормальний хід бродіння, знижувати якість продукції [50].

Але хлібопекарські властивості сировини є нестабільними, рецептури заквасок – надзвичайно різноманітними, тому їх біотехнологічні властивості можуть коливатися в широких межах. Відповідно, зміни якості продукції можуть бути як позитивними (формування особливих, характерних тільки для даного

виду виробів смаку, аромату, зовнішнього вигляду), так і негативними (дефекти продукції). При організації приготування хліба на заквасках, виборі способу приготування тіста необхідні індивідуальний підхід з урахуванням їх рецептур і постійне коректування параметрів технологічного процесу для нівелювання коливань якості сировини. Саме це, разом з відсутністю належної нормативно-технічної бази, і ускладнює використання спонтанних заквасок в умовах промислового хлібопечення, де в пріоритеті інтенсивність перебігу технологічного процесу та стабільність формування якості отриманих виробів. Але для міні-підприємств, артізанських, "крафтових" пекарень такі технології можуть стати основною конкурентною перевагою у боротьбі за споживача.

### **5. 1. Особливості властивостей спонтанних пшеничних заквасок у розвідному та виробничому циклах**

В дослідженнях виводили закваски з використанням хмелевого екстракту (зразок 1), горохово-анісового відвару (зразок 2) та винних дріжджів (зразок 3), а також тільки на борошні і воді (зразок 4). В роботі [43] вивчали вплив якості борошна на формування властивостей закваски у розвідному циклі, їх стабільність у виробничому і, відповідно, на їх здатність забезпечити отримання продукції належної якості. Використовували борошно пшеничне першого (а) з завищеними показниками контамінації пліснявими грибами та загальної мікробної зараженості та вищого (б) сортів, що відповідає вимогам СН і П [51].

В результаті досліджень [43] встановлено основні етапи та параметри приготування спонтанних заквасок, вплив на їх якість хімічного, мікробіологічного складу, хлібопекарських властивостей використовуваного борошна, а також включення додаткових інгредієнтів. А саме впливу на формування і якість заквасок додаткового використання таких інгредієнтів: водного хмелевого екстракту як збагачувача поживної суміші низкою біостимуляторів та джерела сполук з селективними антисептичними властивостями; горохового відвару та анісового настою як носія додаткової мікрофлори, антисептичних сполук, а також збагачувача дефіцитними поживними та біологічно активними речовинами; сушених винних дріжджів, які є носіями поживних речовин та бродильної мікрофлори. Доведено доцільність проведення додаткової стадії підготовки поживного середовища у технології заквасок на винних дріжджах. Заварювання та оцукрювання за допомогою ферментів білого солоду водно-борошняної суміші дозволяє довести її склад до більш ідентичного для винного сусла, яке і перетворюється у вино в результаті дії насамперед дріжджів.

Рекомендовані параметри технології приготування пшеничних спонтанних заквасок з борошна першого (а) та вищого (б) сортів та результати контролю за їх якістю у розвідному та виробничому циклах [43] представлено в табл. 1.

Доведено, доцільність використання для приготування заквасок борошна 1-го сорту, показано, що за один цикл (24 год), набуває необхідної активності закваска з включенням винних дріжджів за умови використання, як поживну суміш, оцукреної заварки. Для виведення закваски з включенням хмелевого екстракту необхідно 7–8 циклів поповнення, тобто 7–8 діб. Горохово-анісова закваска потребує для дозрівання не менше 15 циклів поповнення.



Таблиця 1

Характеристика технології та якості пшеничних спонтанних заквасок

Параметри та показники якості	Зразок 1 (хмелева)		Зразок 2 (горохово-анісова)		Зразок 3 (на винних дріжджах)		Зразок 4 (без збагачувачів)	
	а	б	а	б	а	б	а	б
Розвідний цикл								
Вологість, %	69...72							
Температура початкова, °С	29..32							
Співвідношення поживної суміші (ПС) і зрілої фази (ЗФ)	1 : 1	1 : 1	1 : 1	1 : 1	1 : 1	1 : 1	1 : 1	1 : 1
Тривалість однієї фази, год	24	24	24	24	24	24	24	24
Тривалість циклу, діб	7...8	11	15	15	1	2	9	9
Підйомна сила, хв	26...30	28	24	28	25	29	29	35
Кислотність кінцева, град	8,8	8,2	10,1	7,8	7,2	7,9	14,5	11,6
Виробничий цикл								
Співвідношення ПС : ЗФ	3 : 1	3 : 1	3 : 1	3 : 1	3 : 1	3 : 1	3 : 1	3 : 1
Тривалість дозрівання, год	24	24	24	24	24	24	24	24
Стабільність, діб	90	90	90	90	30	30	9	9
Підйомна сила, хв	28	27	22	24	24	29	29	35
Кислотність кінцева, град	10,3	8,4	11,2	7,6	10,2	9,4	14,2	10,5

Примітка:   – занижені показники;   – втрата якості

На технологічні властивості заквасок, їх бродильну здатність впливає насамперед їх кількісний і видовий склад мікроорганізмів (табл. 2).

Аналіз мікробіологічних показників заквасок підтверджує суттєвий вплив на формування їх біотехнологічних властивостей сорту борошна та включення додаткових інгредієнтів, які збагачують склад поживного середовища, вносять власну мікрофлору, містять або стимулюють продукування антисептичних сполук. Кількість дріжджових клітин у збагачених заквасках з борошна 1-го сорту складає 160...320 млн./г, з вищого – 39...81 млн./г, в контролі – відповідно

39 млн./г і 15 млн./г. Для порівняння в рідких дріжджах з високою бродильною здатністю кількість дріжджових клітин має бути не менше 100 млн./г [48].

Співвідношення дріжджів і МКБ у досліджуваних зразках коливається від 1:0,3 для зразків на винних дріжджах до 1:3,7 – у горохово-анісовій заквасці, для порівняння у контролі – 1:14,4...19,3. У рідких дріжджах, приготовлених за класичною схемою, це співвідношення складає  $\approx 1:1$  [48].

Таблиця 2

Мікробіологічна характеристика рідких пшеничних спонтанних заквасок з борошна першого (а) та вищого (б) сортів по закінченню розвідного циклу

Показники	Хмелева		Горохово-анісова		На винних дріжджах		Без збагачувань	
	а	б	а	б	а	б	а	б
Число дріжджових клітин, КУО/г	$2,1 \times 10^8$	$3,9 \times 10^7$	$1,6 \times 10^8$	$5,5 \times 10^7$	$3,2 \times 10^8$	$8,1 \times 10^7$	$3,9 \times 10^7$	$1,5 \times 10^7$
Кількість МКБ, КУО/г	$2,4 \times 10^8$	$7,3 \times 10^7$	$3,6 \times 10^8$	$8,1 \times 10^7$	$9,6 \times 10^7$	$4,5 \times 10^7$	$5,6 \times 10^8$	$2,9 \times 10^8$
Активність МКБ, хв	55	110	45	89	70	136	34	48

Активність МКБ у заквасках на борошні 1-го сорту є кращою, ніж у зразках на вищому. Молочнокисле бродіння є надзвичайно важливим у технології спонтанних заквасок. Технологічне значення молочної кислоти й інших сполук, що продукуються, полягає у створенні умов для позитивних змін борошняних біополімерів, сприятливого середовища для розвитку дріжджів і пригнічення сторонньої мікрофлори. Крім того, у кислому середовищі посилюються антисептичні властивості хмелю та інших складових заквасок, до яких бродильні мікроорганізми більш резистентні.

Занижені показники і можливі проблеми з перебігом молочнокислого бродіння встановлено у заквасках на винних дріжджах. Порівняння з контролем вказує на здатність хмелевого екстракту та горохово-анісового відвару регулювати розвиток МКБ. У відповідних зразках по досягненню кислотності 9...9,5 град, очевидно, за рахунок посилення їх антисептичних властивостей, дещо сповільнюється кислотнакопичення при збереженні інтенсивності розмноження дріжджових клітин. Це може бути використано як стабілізуючий чинник якості заквасок, спосіб запобігання їх переокисанню, особливо влітку.

Здатність хмелевого та анісового екстрактів до контролю за розвитком бродильної мікрофлори підтверджено відносною стабільністю технологічних показників при веденні хмелевої та горохово-анісової заквасок протягом 90 діб. Для заквасок, у розвідному циклі який вносили винні дріжджі, доцільно тривалість їх ведення у виробничому циклі обмежувати до 30 діб.

Слід зазначити, що у контрольному зразку закваски, яку готували і вели з використанням тільки борошна і води, швидко знижувалася бродильна здатність і зростала титрована кислотність. В особливості ці показники змінювались при використанні борошна 1-го сорту з підвищеною мікробіологічною ко-

нтамінацією. Очевидно, при надмірному зростанні кислотності, вище 12 град, можуть зберігати активність лише кислотостійкі штами, зокрема *S. minor*, що і веде до сповільнення спиртового бродіння.

Мікробіологічні дослідження заквасок проводили по закінченню розвідного та через кожні 15 діб виробничого циклу з використанням посівів на елективні тверді середовища методом Коха. Підтверджено, що у дослідних заквасках домінували паличковидні бактерії та дріжджові мікроорганізми *S. cerevisiae*, *S. minor*, при цьому не виявлені колонії, типові для сторонньої мікрофлори. Мікроскопуванням рідких заквасок виявлено, що мікрофлора дріжджів представлена як дорослими клітинами, так і тими, що брунькуються, з вмістом глікогену (рис. 1).

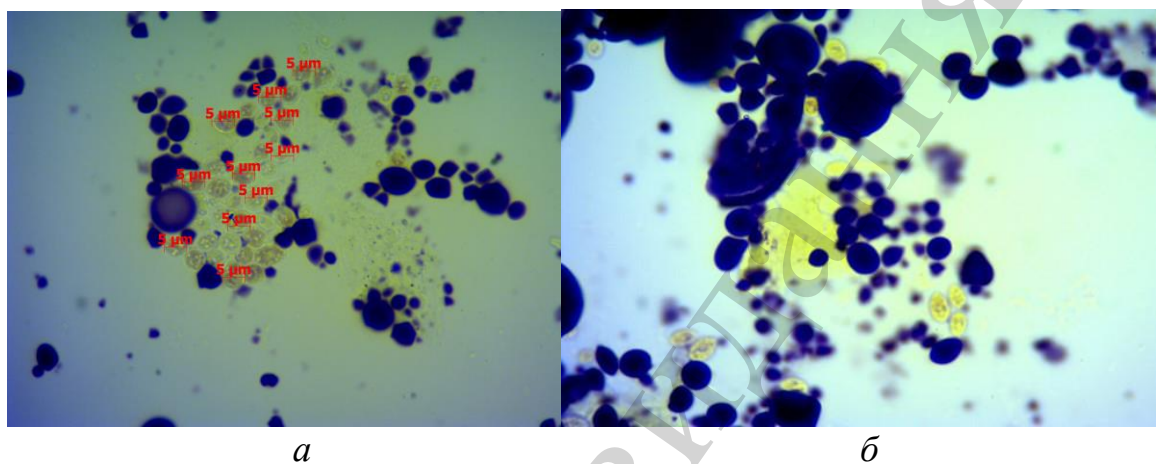


Рис. 1. Мікрофотографії пшеничної спонтанної закваски на 30 добу ведення, вміст гранулози у дріжджових клітинах: *а* – хмелева закваска; *б* – горохово-анісова закваска

Отримані результати в комплексі є свідченням того, що у технології хмелевої і горохово-анісової заквасок більш раціонально обрані рецептури та параметри ведення процесу. Це забезпечує у розвідному і виробничому циклах кращу відповідність потребам бродильної мікрофлори за збалансованістю складу поживного середовища і фізико-хімічними умовами, селективною антисептичною активністю. Це сприяє розмноженню дріжджів і МКБ, підтриманню їх оптимального співвідношення, швидшому пригніченню сторонньої мікрофлори, конкуренція з якою починається після кожного поповнення водно-борошняною масою. Напівфабрикати на винних дріжджах швидко набувають бродильної здатності (за 24 год) і залишаються стабільними протягом меншого терміну (30 діб). Така специфічність поведінки, очевидно, зумовлена особливостями видового складу і технологічних властивостей останніх, що в більшій мірі характерно для виноробства. Оскільки висушені винні дріжджі, що вносили як носії бродильної мікрофлори під час першого замісу у розвідному циклі, отримували змішуванням кукурудзяного борошна з піною молодого вина, тобто з мікрофлорою, що до нього пристосована.

## 5. 2. Вплив заквасок на перебіг процесів під час приготування пшеничного тіста

Тривалий технологічний процес ведення заквасок, додаткові інгредієнти, активність спонтанної мікрофлори, підвищена кислотність можуть суттєво впливати на стан білків, крохмалю, рідкої фази в тісті, змінювати перебіг біохімічних процесів. Ці фактори будуть зумовлювати варіювання поведінки тіста під час замісу. Тому важливим є з'ясування впливу різних спонтанних заквасок в кількості 30 % до маси борошна на структурно-механічні властивості тіста під час замісу на фаринографі Брабендера. Результати досліджень представлено у табл. 3.

Таблиця 3

Структурно-механічні властивості тіста за фаринографом ( $n=3$ ,  $p \leq 0,95$ )

Показники	Контроль, без заквасок	Зразки з внесенням заквасок		
		хмелевої	горохово-анісової	на винних дріжджах
Консистенція, од. приладу	500	500	500	500
Водопоглинальна здатність, $\text{см}^3/100 \text{ г}$	60,2	61,1	61,4	60,8
Тривалість утворення, хв	5,0	4,0	4,5	4,5
Стабільність, хв	10,0	11,0	8,5	9,5
Еластичність, од. приладу	100	90	110	100
Розрідження, од. приладу	80	60	100	110

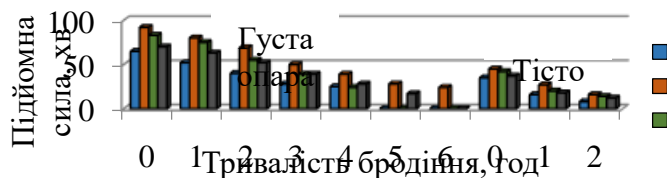
Встановлено, що у разі внесення при замісі тіста 30 % досліджуваних заквасок дещо збільшується водопоглинальна здатність, що закономірно з урахуванням тривалої ферментації заквасок і створення сприятливих умов для набухання білків, крохмалю. У зразках з хмелевими заквасками зберігається достатньо тривалий термін стабільності властивостей тіста, як і у контролі, але зменшується його розрідження. Це, очевидно, може бути викликане зниженням активності протеолітичних ферментів під впливом діючих речовин хмелю, насамперед поліфенолів. Деяке зниження еластичності тіста пов'язане також зі встановленим раніше [49] зміцнювальним впливом хмелю на клейковинний каркас, зменшенням його розтяжності за рахунок збільшення числа міжмолекулярних взаємодій. При замісі тіста з горохово-анісовою закваскою спостерігається підвищення водопоглинання та збільшення його еластичності протягом перших 10–13 хв замісу, але встановлено зменшення тривалості стабільності якості та зростання розрідження. Пов'язано це, очевидно з більшим набуханням клейковинних білків, взаємодіями з білковими речовинами та іншими складовими гороху під час дозрівання заквасок. На етапі утворення тіста це може бути зумовлене формуванням каркасу з клейковинних плівок, які за рахунок вищої еластичності повніше огортають крохмаль, зв'язують рідку фазу та інші складові системи. Але після певного моменту це веде до надмірного розтягування і напруження клейковинних плівок каркасу тіста, який під впливом механічного навантаження руйнується з вивільненням рідкої фази, що супроводжується зростанням розрідження. У зразках тіста з заквасками на винних

дріжджах зафіксовано аналогічні зміни у поведінці з посиленням інтенсивності його розрідження внаслідок, очевидно, збільшення активності протеолітичних ферментів і податливості клейковинних білків їх дії. Крім того, кожна закваска за рахунок специфічності спонтанної мікрофлори має також свої особливості у характері протеолітичних ферментів.

В літературних джерелах, більшість яких має науково-популярний характер, інформація щодо рекомендованих способів і параметрів приготування тіста з використанням спонтанних заквасок є неоднозначною. Не знайдено інструкцій з їх адаптації до особливостей місцевої сировини та умов виробництва. Тому в роботі постала необхідність порівняння і вибору більш раціонального варіанту, визначення необхідної тривалості процесу для досліджуваних заквасок. Тісто готували безопарним способом, на густій та на рідкій опарі, використовуючи в якості контролю зразки, що готувалися за традиційною для дріжджового хліба технологією. Загально прийнято вважати, що готовність опари встановлюють за досягненням нормованої технологічними інструкціями кислотності та за органолептичними ознаками. Проте використання пшеничних заквасок з підвищеною кислотністю (табл. 4), виключення з рецептур пресованих дріжджів, відсутність технологічних інструкцій зумовлює необхідність оцінювання перебігу як молочнокислого, так і спиртового бродіння. Тому про зрілість опар для замісу тіста і готовність тіста до розробки, про необхідну тривалість кожної стадії судили за зміною показників підйомної сили і титрованої кислотності. Графічна інтерпретація отриманих результатів наведена на рис. 2,3.

Встановлено, що безопарний спосіб приготування тіста доцільно використовувати для зразка з закваскою на винних дріжджах, при цьому тривалість бродіння має бути не менше 4 год, що на годину більше, ніж у контролю. Для тіста на хмелевій та горохово-анісовій заквасках рекомендовано застосовувати опарні способи, насамперед на рідкій опарі. Інтенсивність процесів дозрівання в зразках на заквасках після 3,5...4 годин бродіння майже не відрізнялася від контролю. Тривалість дозрівання рідкої опари на хмелевій заквасці має бути в межах 5...6 годин, для контролю, опар на горохово-анісовій заквасці та на винних дріжджах – до 5 год. Тісто, замішане на заквасках, практично не відрізнялося за бродильною активністю від контролю і набувало необхідних характеристик за 1,0...2,0 год.





б

Рис. 2. Зміна бродильної здатності опари і тіста в процесі дозрівання: а – рідка опара; б – густа опара; 1 – контроль з 1 % пресованих дріжджів; 2 – з хмелевою закваскою; 3 – з горохово-анісовою закваскою; 4 – з закваскою на винних дріжджах

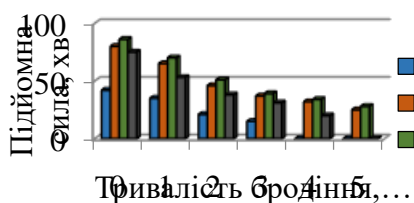


Рис. 3. Зміна бродильної здатності тіста в процесі дозрівання: 1 – контроль з 3 % пресованих дріжджів; 2 – з хмелевою закваскою; 3 – з горохово-анісовою закваскою; 4 – з закваскою на винних дріжджах

Є дані, що у зрілої опари підйомна сила має бути в межах 17...25 хв, для тіста – у межах 10...15 хв. Титрована кислотність для густої опари з борошна 1-го сорту має становити 3,5...4,0 град, рідкої опари 5,0...6,5 град.

При приготуванні тіста на густій опарі в дослідних зразках інтенсивність спиртового бродіння було нижчою, ніж в контролі, протягом всього терміну досліджень. Близькими до контролю були зразки опари з вмістом горохово-анісової закваски, в більшій мірі поступалися зразки на винних дріжджах. Рекомендована тривалість дозрівання опари для першої 4 год, для другої 5 год, тіста – до 2-х годин. Дозрівання густих опар з хмелевими заквасками протікає повільніше, що пов'язано, можливо, з вищою концентрацією діючих речовин хмелю у рідкій фазі, що сповільнює розвиток і бродильну активність дріжджів.



### 5.3. Зміни якості хліба, його стабільності при зберганні під впливом спонтанних заквасках

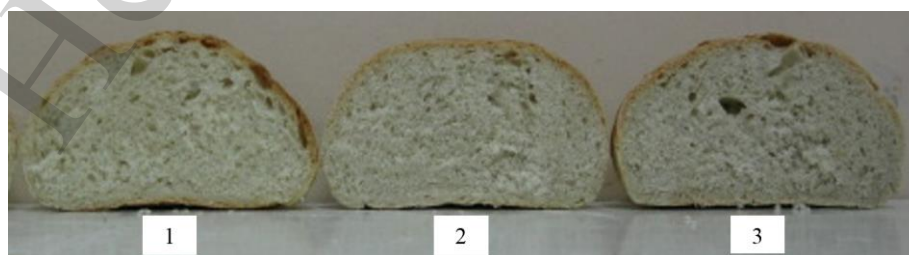
З урахуванням отриманих даних обирали параметри технологічного процесу (табл. 4) і провели лабораторне випікання з порівняльною оцінкою якості напівфабрикатів та хліба, готуючи тісто: на рідкій опарі (РО), густій (ГО) та безопарним (Б/О) способом. Для контрольного зразка при опарних технологіях вносили пресовані дріжджі в кількості 1 %, безопарним способом – 3 % до маси борошна.

Таблиця 4

Параметри технологічного процесу та якості напівфабрикатів

Показники	Контроль			На заквасках								
				хмелевій			горохово-анісовий			з винних дріжджів		
	РО	ГО	Б/О	РО	ГО	Б/О	РО	ГО	Б/О	РО	ГО	Б/О
Приготування опари												
Вологість, %	70	50	–	69	50	–	70	49	–	68	47	–
Тривалість дозрівання, хв	240	240	–	360	360	–	300	240	–	300	240	–
Підйомна сила, хв	24	21	–	17	22	–	20	20	–	18	21	–
Кислотність кінцева, град	5,0	3,5	–	6,4	6,6	–	6,8	7,1	–	5,5	5,9	–
Приготування тіста												
Вологість, %	44,0	44,2	43,6	44,4	44,4	43,9	44,5	44,1	43,8	44,1	43,8	43,5
Тривалість дозрівання, хв	60	60	180	90	120	300	90	90	300	90	90	240
Підйомна сила, хв	16	14	13	9	13	20	12	12	22	7	11	18
Кислотність кінцева, град	3,8	3,5	3,1	4,4	5,2	3,9	5,6	6,2	6,5	3,9	4,3	4,2

Фотографії отриманих виробів наведено на рис. 4.



а

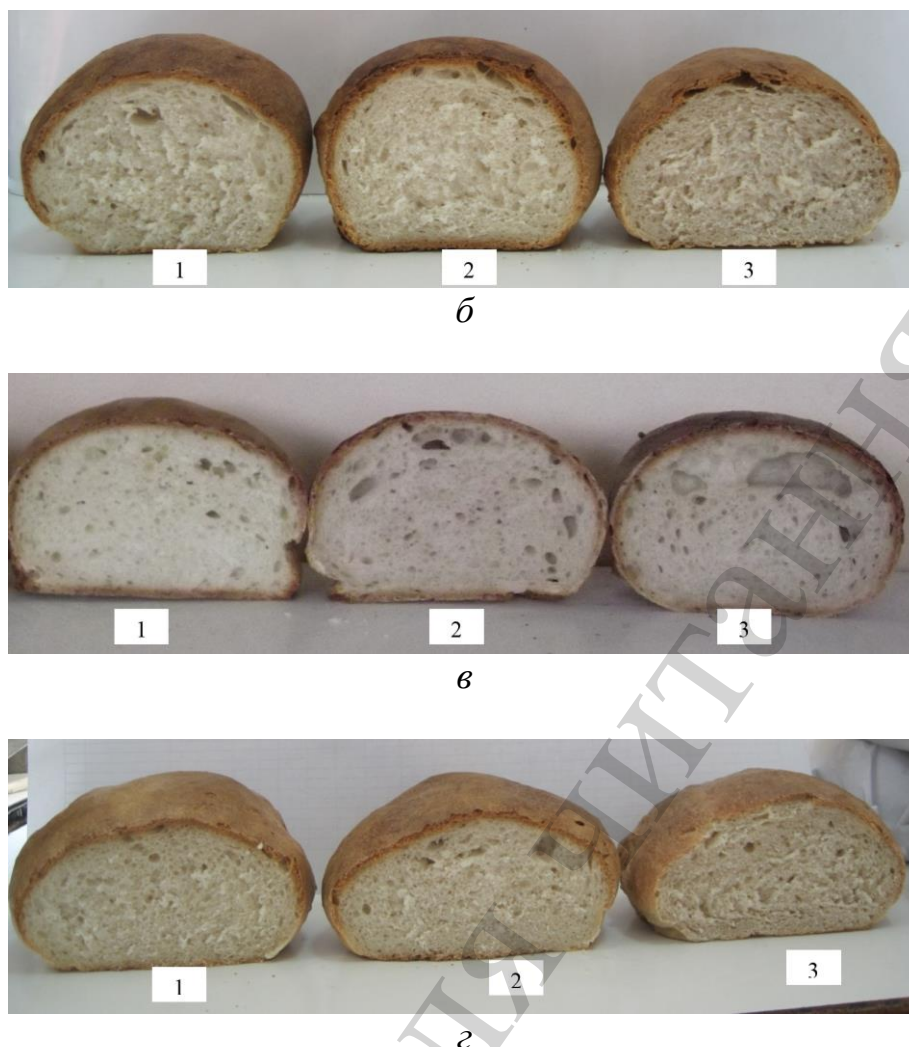


Рис. 4. Фотографії хліба з пшеничного борошна 1-го сорту: *а* – з використанням пресованих дріжджів (контроль); *б* – з хмелевою закваскою; *в* – з горохово-анісовою закваскою; *г* – з закваскою на винних дріжджах; 1 – на рідких опарах; 2 – на густих опарах; 3 – безопарним способом

За результатами пробного випікання встановлено, що для зразків зі спонтанними заквасками, характерні приємний аромат з відтінками, специфічними для відповідних заквасок, більш забарвлена скоринка, світлий колір, достатній об'єм і розпушеність м'якушки. Характер пористості дещо відмінний, особливо у зразках на горохово-анісовій заквасці встановлено нерівномірну пористість з крупними порами, що не притаманно для традиційного асортименту продукції, але є характерним, наприклад для багетів. За всіх способів тістоприготування, незважаючи на деяку різницю у технологічних властивостях опар і тіста (рис. 2, 3), вироби мали достатньо високі органолептичні характеристики (рис. 4).

Результати оцінки фізико-хімічних показників якості готових виробів наведено в табл. 5.



Таблиця 5

Фізико-хімічні якості пшеничного хліба, виготовленого на дріжджах та на спонтанних заквасках

Показники	Контроль			На заквасках								
				хмелевій			горохово-анісовій			з винних дріжджів		
	РО	ГО	Б/О	РО	ГО	Б/О	РО	ГО	Б/О	РО	ГО	Б/О
Вологість, %	43,2	43,3	42,9	43,5	43,3	43,0	43,8	43,4	42,9	43,0	42,8	42,7
Кислотність, град	2,9	2,7	2,2	3,5	3,7	3,0	4,4	5,0	5,3	3,0	3,2	3,1
Пористість, %	73	72	69	72	69	65	74	72	71	73	71	68
Питомий об'єм, см <sup>3</sup> /100 г	3,17	3,06	2,95	3,12	2,91	2,74	3,23	3,12	3,10	3,20	3,09	2,85
Формостійкість, Н/Д	0,58	0,56	0,56	0,65	0,71	0,64	0,61	0,62	0,64	0,50	0,49	0,47

Проте, кращими органолептичними та фізико-хімічними показниками характеризувались все ж вироби, виготовлені на рідкій опарі з використанням заквасок. Так, за пористістю, питомим об'ємом хліб на заквасках не поступався контрольному зразку, виготовленому на традиційній рідкій опарі. Проте встановлено зростання титрованої кислотності виробів на 0,6...1,5 град, і дещо перевищує нормовані значення для традиційного хліба з пшеничного борошна 1-го сорту. Це має бути скоректовано в НД на хлібну продукцію, виготовлену на спонтанних заквасках.

Підтверджено зміцнювальний вплив на структурно-механічні властивості тістових мас протягом всього технологічного процесу хмелевих заквасок, вироби з використанням яких мали завищену формостійкість. Тісто з заквасками на горохово-анісовому відварі та на винних дріжджах має більшу схильність до розрідження, що встановлено за фаринографом (табл. 3). Проте тістові заготовки відповідних зразків добре піддавалися обробці і мали необхідні формо- та газотримувальну здатність, про що свідчать показники пористості, об'єму та формостійкості готових виробів.

Однією з найбільш гострих сучасних проблем якості традиційних хлібобулочних виробів є швидке їх черствіння, що супроводжується втратою, насамперед яскравих хлібних смаку і аромату, еластичності м'якушки, набуття кришкуватості. Технології хліба на заквасках з тривалим терміном дозрівання напівфабрикатів мають бути ефективними у вирішенні зазначених проблем. Для перевірки цього досліджували зміни в процесі зберігання протягом 48 год структурно-механічних властивостей м'якушки хліба за допомогою пенетрометра АП-4/1. За показником загальної деформації судили про її еластичність, інформативним є також показник пружної деформації, який показує здатність м'якушки відновлювати форму після зняття навантаження. Чим свіжіший хліб, тим вищі в нього показники загальної і пружної деформації (рис. 5).

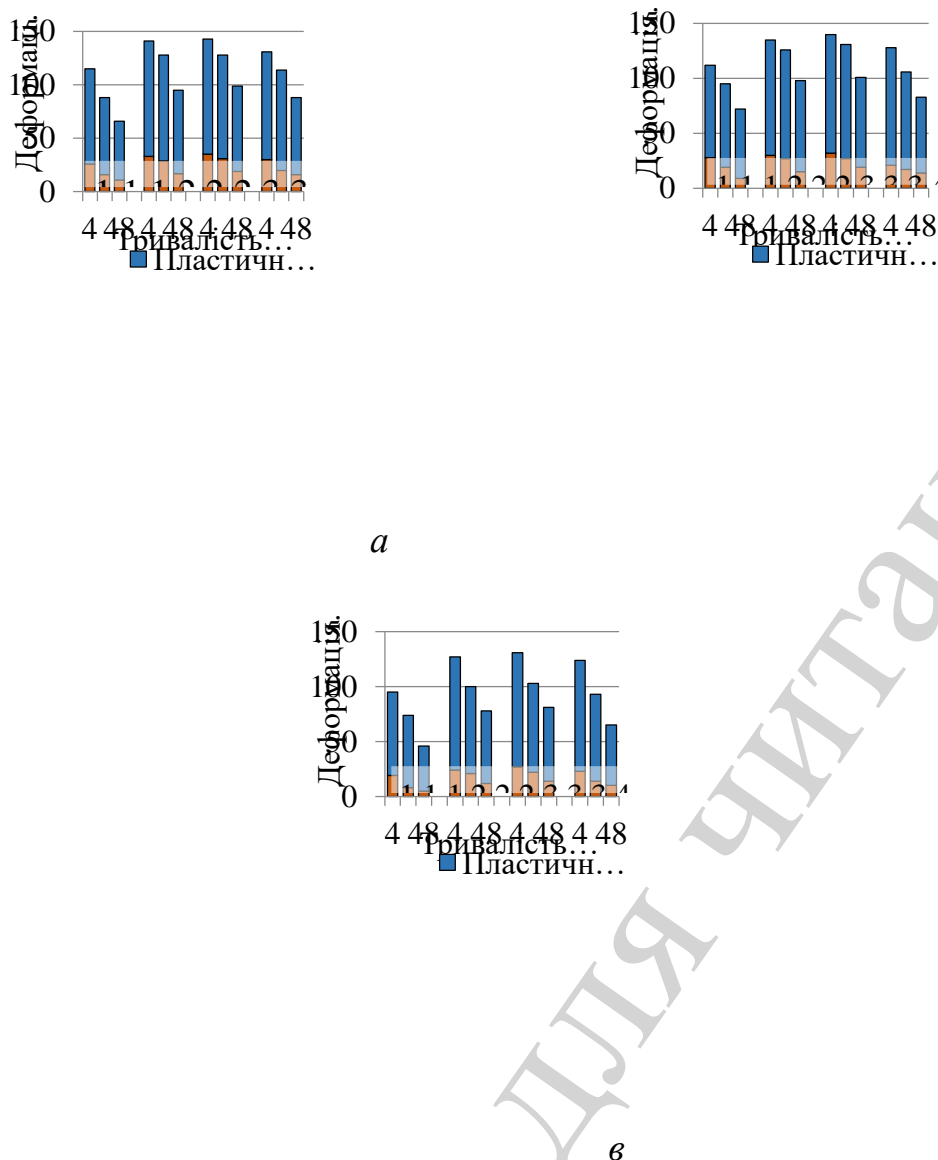


Рис. 5. Зміни при зберіганні протягом 4, 24 і 48 год показників деформації м'якушки хліба, виготовленого за різними способами тістоприготування: *а* – на рідкій опарі; *б* – на густій опарі; *в* – безопарним способом; 1 – з використанням пресованих дріжджів (контроль); 2 – з хмелевою закваскою; 3 – з горохово-анісовою закваскою; 4 – з закваскою на винних дріжджах

Дослідженнями встановлено суттєве покращення еластичності м'якушки зразків хліба, виготовлених заквасках та рідких і густих опарах – на 13,9...24,3 % і 14,2...25,0 % відповідно; при безопарному способі тістоведення – на 30,5...37,9 %. Процес черствіння зразків хліба, виготовлених на хмелевій, горохово-анісовій і винній заквасках, протікав повільніше, ніж в контрольних зразках. За дві доби зберігання загальна деформація м'якушки зразків хліба, виготовлених на рідкій опарі, зменшилася відповідно на 32,6; 30,8 і 32,8 %, тоді як у контролі це значення склало 42,6 %. При використанні густої опари загальна деформація зменшилася на 27,4; 27,9 і 35,1 %, а у контролі – 35,7 %. Зразки, виготовлені безопарним способом на заквасках, втрачали свіжість на 38,6; 38,2 і 47,6 %

за дві доби зберігання, контрольний зразок – на 51,6 %. Але числове значення загальної деформації зразків хліба на хмелевій, горохово-анісовій і винній заквасках після зазначеного терміну зберігання перевищувало відповідний контрольний зразок. Для зразків на рідких опарах різниця становила 43,9; 50,0 і 33,3 %; на густих опарах – 36,1; 40,3 і 15,3 %; при безопарному способі тістоведення – 69,5; 76,1 і 41,3 %. Повільніші темпи втрати свіжості у зразків на заквасках встановлено і за показником пружної деформації м'якушки хліба.

Визначали також зміни кришкуватості м'якушки хліба протягом зазначеного терміну зберігання (рис. 6).

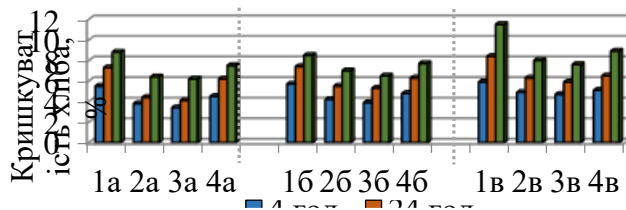


Рис. 6. Зміни кришкуватості хліба, виготовленого за різними способами тістоприготування: *а* – на рідкій опарі; *б* – на густій опарі; *в* – безопарним способом; 1 – з використанням пресованих дріжджів (контроль); 2 – з хмелевою закваскою; 3 – з горохово-анісовою закваскою; 4 – з закваскою на винних дріжджах

Отримані результати корелюються з даними за пенетрометром і підтверджують сповільнення черствіння хліба при використанні заквасок. Очевидно, більш глибокі колоїдні, біохімічні процеси, що відбуваються за участю біополімерів борошняних систем, під час тривалого тістоприготування на заквасках забезпечують їх повніші перетворення під час випікання. Це позитивно позначається на еластичності м'якушки, і сповільнює процес старіння клейстеризованого крохмалю та денатурованих білків.

Для перевірки впливу спонтанних заквасок на стійкість хліба до мікробіологічного псування, особливо з урахуванням підвищеної контамінації пшеничного борошна 1-го сорту, досліджували випечені зразки з нього. Ці зразки упаковували в поліетиленові пакети і зберігали у провокуючих умовах до появи ознак картопляної хвороби або видимого міцелію пліснявих мікроорганізмів, що визначали органолептично (табл. 6).

Виходячи з отриманих даних очевидно, що хмелева і горохово-анісова закваски є не тільки біологічними розрихлювачами тіста, ефективними у формуванні якості продукції, а й дієвим засобом попередження її мікробіологічного псування. Оскільки для розмноження картопляної палички оптимальними є температура 37...40 °C і слабокисла або лужна реакція середовища, підвищена кислотність заквасок, а також вміст антисептичних сполук хмелю, анісу, зумов-

люють пригнічення життєдіяльності і розмноження збудників хвороби. Крім того, дослідженнями раніше встановлено посилення антибіотичних властивостей хмелевих екстрактів в кислому середовищі по відношенню, як до сінної і картопляної палички, так і до плісневих грибів.

Таблиця 6  
Мікробіологічний стан пшеничного хліба при зберіганні

Ознаки мікробіологічного псування	Контроль			На заквасках								
				хмелевій			горохово-анісовій			з винних дріжджів		
	РО	ГО	Б/О	РО	ГО	Б/О	РО	ГО	Б/О	РО	ГО	Б/О
Картопляна хвороба												
через 24 год	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
48 год	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–
72 год	–	+	+	–	–	–	–	–	–	–	–	+
Пліснявіння												
через 24 год	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
48 год	–	–	Δ	–	–	–	–	–	–	–	–	Δ
72 год	Δ	Δ	ΔΔ	–	–	–	–	–	–	–	–	Δ

Примітка: Δ; ΔΔ – ознаки помірного і сильного пліснявіння; + – ознаки картопляної хвороби

## 6. Обговорення результатів досліджень властивостей спонтанних заквасок, їх впливу на якість хліба та розробка рекомендацій щодо їх використання

Встановлено ефективність і перспективність використання пшеничних спонтанних заквасок, а саме хмелевої, горохово-анісової і на винних дріжджах, для комплексного вирішення проблем хлібопечення, пов'язаних з покращенням якості та розширенням асортименту продукції. За літературними джерелами та аналізуючи досвід домашнього хлібопечення, а також ґрунтуючись на теоретичних основах технології хліба, обрали рецептури і параметри приготування заквасок.

Дослідження якості заквасок під час їх виведення показали суттєвий вплив на тривалість розвідного циклу та їх органолептичні, біотехнологічні властивості значного числа чинників. До них відносяться сорт і хлібопекарські властивості пшеничного борошна, присутність додаткових інгредієнтів, циклічність поповнення, способи підготовки поживного середовища тощо. Встановлено, що найшвидше, за 24 год, набуває необхідних бродильної здатності, кислотності і мікробіологічного складу закваска на винних дріжджах. При цьому при першому замішуванні водно-борошняну суміш готували з борошна 1-го сорту з проведенням заварювання та оцукрювання. Виведення закваски з щодобовим внесенням у складі поживного середовища борошна, води та водного хмелевого екстракту триває 7–8 діб. Горохово-анісова закваска, в рецептуру якої включено гороховий відвар і анісовий екстракт, потребує для дозрівання не менше 15 щодобових циклів поповнення.

В зазначений термін в дослідних заквасках показники підйомної сили досягають рекомендованих значень (20–25 хв). Якщо провести паралель з кислотністю, то в цей час відбувається її стабілізація на рівні 9,5–10,5 град. Кращі показники якості мають зразки заквасок, виготовлені з борошна 1 сорту, що пов'язано з вищим вмістом вітамінів, макро- та мікроелементів, які необхідні для розмноження та бродильної активності мікрофлори.

Отримані закваски дещо відрізнялися за показниками титрованої кислотності і мікробіологічним складом, співвідношенням дріжджів і молочнокислих бактерій. Спостерігались загальні органолептичні ознаки перебігу молочнокислого та спиртового бродіння і особливі, що зумовлені присутністю додаткових інгредієнтів і їх впливом на перебіг процесів дозрівання заквасок, продукування ароматичних та смакових сполук.

Встановлено, що на стабільність заквасок, тобто збереження їх властивостей, у виробничому циклі також впливає їх рецептура і особливості мікробіологічного складу. Так, у хмелевій і горохово-анісовій заквасках суттєвих змін основних показників якості напівфабрикатів протягом 90 діб ведення не відбувалося. Про збалансованість складу поживного середовища в заквасках та відповідність обраних параметрів вимогам бродильної мікрофлори вказує достатня кількість молочнокислих бактерій і дріжджів, наявність як дорослих клітин з вмістом глікогену, так і тих, що брунькуються. Це дозволяє передбачити можливість безперервного їх ведення на протязі тривалого часу на виробництві за умови дотримання санітарних норм і необхідних технологічних параметрів, а також систематичного контролю їх якості. Тривалість ведення заквасок з винних дріжджів має не перевищувати 30 діб, оскільки в подальшому підйомна сила знижується, а титрована кислотність набуває завищених значень. Можливо це зумовлено особливостями дріжджових клітин та іншої мікрофлори, їх походженням з виноробства. Про важливість додаткових інгредієнтів для формування і стабільності якості заквасок свідчить швидка втрата (після 8-ої доби) підйомної сили у контрольного зразка, який поповнювали сумішшю тільки з борошна і води.

Закваски, за результатами аналізу фаринограм, по-різному впливають на стан білково-протеїназного комплексу борошна і потребують різних підходів в організації приготування тіста, зокрема його замісу. З одного боку, у всіх зразках зростає водопоглинання за рахунок глибшого набухання біополімерів. З іншого, включення 30 % до маси борошна хмелевої закваски веде до деякого зниження еластичності тіста, подовження його стабільності і зменшення розрідження при замішуванні. Це відбувається, очевидно, за рахунок впливу діючих речовин хмелю, їх здатності знижувати активність протеаз. Включення горохово-анісової і винної заквасок в такий же кількості, навпаки, зумовили підвищення еластичності тіста і деяке зменшення тривалості його стабільності, підвищення схильності до руйнування структури і розрідження. Зміни в поведінці тіста під час замісу, скоріш за все, викликані взаємодіями клейковинних білків зі складовими додаткових інгредієнтів заквасок (білками, поліфенолами, пектинами). Іншими причинами можуть бути наявність активаторів чи інгібіторів протеаз, а також особливості власних ферментативних комплексів спонтанної мікрофлори.

Дослідженнями властивостей напівфабрикатів, якості готових виробів при пробному випіканні показана доцільність приготування бездріжджового тіста на рідких опарах з використанням пшеничних спонтанних заквасок в кількості 30 % до маси борошна. Проте хліб був достатньо високої якості за всіх способів тістоприготування і нічим не поступався відповідним контрольним зразкам, які готувалися з використанням пресованих дріжджів. Органолептичні і фізико-хімічні показники хліба з використанням різних заквасок відрізнялися, насамперед за відтінками смаку, аромату, структурою пор, забарвленням м'якушки і скоринки, показниками кислотності.

Приготування хліба на спонтанних заквасках дозволяє подовжити терміни збереження свіжості, що зумовлено більш глибокими колоїдними, біохімічними перетвореннями біополімерів, їх взаємодіями між собою та додатковими інгредієнтами під час тривалого дозрівання напівфабрикатів. Це сприяє повнішій клейстеризації крохмалю і денатурації білка при випіканні, сповільнює процеси їх старіння під час зберігання. Встановлено ефективність спонтанних заквасок і у попередженні мікробіологічного псування виробів з пшеничного борошна, у т. ч. при переробці сировини з підвищеною мікробіологічною контамінацією. При цьому більш дієвими і ефективними у стабілізації якості продукції під час зберігання стали хмелева та горохово-анісова закваски, трохи поступалися зразки з заквасками на винних дріжджах.

Отже для національних технологій хліба на спонтанних заквасках характерні низка особливостей та специфічних складнощів. Це, незважаючи на безперечні переваги якості отримуваної продукції, призвело до відмови від їх використання в минулому та гальмує впровадження сьогодні.

Як основні складнощі і недоліки таких технологій хліба називають:

1) обмеженість, безсистемність і недосконалість інформації з даного напрямку в історичному та сучасному контекстах, в розрізі різних регіонів світу щодо термінології, рецептур і організації виробництва;

2) відсутність чітких вимог до якості сировини, заквасок, напівфабрикатів на їх основі і готових виробів, а також ефективних методів контролю;

3) тривалість, багатостадійність, складність приготування спонтанних заквасок і хлібобулочних виробів на їх основі;

4) слабка прогнозованість перебігу технологічного процесу, нестабільність якості заквасок і продукції, необхідність постійного коригування параметрів на кожному етапі приготування із-за залежності від значного числа чинників;

5) відсутність глибокої теоретичної бази і розуміння наукових основ технології хліба на спонтанних заквасках, суті складних, взаємопов'язаних, взаємозалежних процесів, ролі рецептурних компонентів у формуванні властивостей заквасок, тіста і продукції;

6) недосконалість заходів по регулюванню перебігу технологічного процесу та стабілізації формування якості напівфабрикатів і продукції;

7) відсутність систематизованих даних щодо закономірностей розвитку бродильної мікрофлори у розвідному і виробничому циклах різних заквасок, швидкості набуття належних властивостей, спрямованості та механізмів перетворень біополімерів й інших складових тістових систем.

Вирішення цих проблем ускладнюється надзвичайною різноманітністю підходів у формуванні якості національних виробів. Застосування як традиційних для хлібопечення в цілому методів роботи, так і специфічних, характерних для певних регіонів або тільки для особливих видів виробів, є запорукою їх унікальності. Це стосується, насамперед, переліку і співвідношенню використовуваної сировини у рецептурах, як заквасок, так і виробів. Коливання її хімічного складу і хлібопекарських властивостей пов'язані з національними, регіональними особливостями сорту, кліматичними, ґрунтовими та іншими умовами вирощування і отримання сировини. Застосуванням різних умов, обладнання та принципів виготовлення продукції в сукупності має визначальний вплив на формування її якості.

Слід також зазначити, що вимоги до технології і властивостей заквасок з огляду практичної реалізації за певними критеріями однакові, але великою мірою суттєво різняться в залежності від виду підприємства. На самостійних міні-пекарнях або при підприємствах ресторанного господарства і торгівлі превалюють порційний спосіб приготування тіста і використання ручної праці. Промислові хлібозаводи і пекарні відрізняються високим ступенем механізації операцій, безперервністю процесів, великими об'ємами виробництва. Так, наприклад, суттєве коригування параметрів технологічного процесу, яке необхідне формування необхідних властивостей напівфабрикатів і продукції, що має важелі для реалізації в міні-пекарнях, в умовах високоомеханізованих підприємств є неможливим. Використання спонтанних заквасок на більшості вітчизняних хлібозаводів буде ефективним лише за додаткових умов збереження принципів безперервної роботи комплексно-механізованих ліній або ж вимагає впровадження ділянок порційного виробництва.

При виборі сировини, віддаючи переваги ресурсам місцевого походження, необхідно встановити вимоги до її хімічного, мікробіологічного складу, безпечності і технологічних властивостей, сформулювати критерії їх оцінювання, створити інформативну базу щодо нормованих, рекомендованих значень. Важливо запропонувати зручні і ефективні для хлібозаводів і пекарень методи контролю властивостей сировини, параметрів технологічного процесу, формування якості заквасок, інших напівфабрикатів, а також методи оцінювання споживчих характеристик, харчової цінності, біологічної активності готових виробів. Для останніх є актуальним їх дієвість і можливість розкрити відповідність продукції загальним і специфічним вимогам до її якості, зокрема за формою, відтінками смаку й аромату, структурою пор, забарвленням скоринки тощо.

Таким чином, для відродження давніх національних чи запозичених з інших країн традицій приготування хлібобулочних виробів, ефективного їх впровадження і практичного втілення на вітчизняних підприємствах необхідні з'ясування та формулювання теоретичних основ. Розробка практичних рекомендацій щодо виробництва хліба на спонтанних заквасках передбачатиме адаптацію до місцевої сировини, поширених схем виробництва і обладнання в умовах промислових хлібозаводів і міні-пекарень (рис. 7).

В цьому необхідно поєднання зусиль хлібопекарів з фахівцями в області історії, етнографії, сільського господарства, хімії, біохімії, мікробіології, нутриціології, ресторанного господарства та інших. Тільки за такої умови можлива реалізація високого потенціалу заквасок у вирішенні проблем галузі й перспектив роз-

ширення асортименту продукції. У т. ч. на ринку можуть представляти популярні лінійки "за давніми, етнічними, автентичними технологіями", "живий", "артизанський" хліб, "для здоров'я", "З покращеними фізіологічними властивостями".

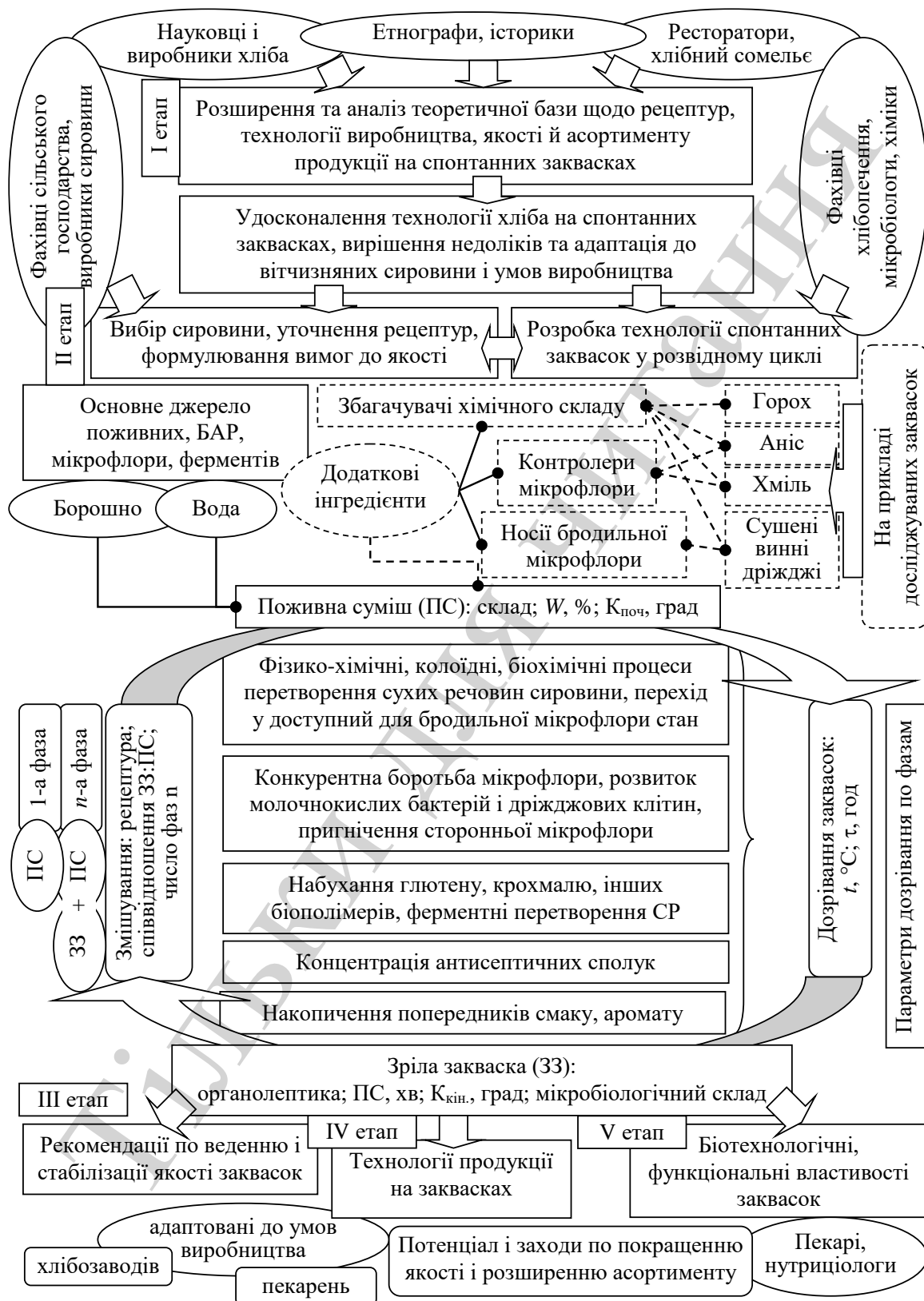


Рис. 7. Етапи формування теоретичного підґрунтя і практичних рекомендацій з використання технологій спонтанних заквасок у хлібопеченні



## 7. Висновки

1. Досліджено швидкість та особливості формування у розвідному циклі належних для приготування хліба біотехнологічних властивостей обраних рекомендацій з використання технологій спонтанних заквасок у хлібопеченні заквасок, вплив рецептури та підготовки поживного середовища. Встановлено, що доцільно внесення сушених винних дріжджів в першій фазі розвідного циклу, а також попереднє заварювання і ферментація водно-борошняної суміші з використанням борошна 1-го сорту. Це дозволяє отримати закваску з необхідними органолептичними, мікробіологічними показниками, підйомною силою і кислотністю за 24 год. Тривалість розвідного циклу для закваски, у кожній фазі поповнення якої використовували таке ж борошно, воду і водний хмелевий екстракт складає 7–8 діб. Горохово-анісова закваска, в рецептуру якої включено гороховий відвар і анісовий екстракт, потребує для дозрівання до 15 діб. Підтверджено суттєвий вплив властивостей сировини, рецептури заквасок і технологічних прийомів на стабільність їх якості. У хмелевій та горохово-анісовій заквасках значних змін якості не спостерігалось при веденні їх протягом 90 діб, тоді як для заквасок на винних дріжджах цей термін обмежується 30 добами.

2. Доведено здатність спонтанних заквасок забезпечити належний перебіг технологічних процесів дозрівання тіста і формування необхідної якості хліба при повному виключенні комерційних дріжджів з рецептури за опарними та безопарним способами тістоприготування. З урахуванням встановлених загальних рис і відмінностей в технологічних властивостях заквасок запропоновано раціональні параметри приготування тіста для обраних зразків.

3. Встановлено, що хліб, виготовлений на обраних спонтанних заквасках, за всіх способів тістоприготування має високі органолептичні та належні фізико-хімічні характеристики, але деякі переваги мали все ж вироби на рідких опарах. Виявлено для всіх зразків яскравий хлібний смак й аромат з специфічними структурою пор і відтінками, зумовленими особливостями рецептури й перебігу дозрівання заквасок, їх якості. За показниками структурно-механічних властивостей м'якучки, її кришкуватості та гідрофільності підтверджено сповільнення темпів черствіння продукції у зразках на заквасках, насамперед хмелевій та горохово-анісовій. Встановлено ефективність зазначених заквасок у попередженні мікробіологічного псування продукції, у т. ч. при переробці сировини з підвищеною мікробіологічною контамінацією.

4. На основі отриманих результатів можна стверджувати, що дані технології приготування хліба є надзвичайно перспективними для підприємств хлібного і ресторанного бізнесу. Спонтанні закваски можна розглядати як засіб вирішення проблем і комплексного покращення якості хлібної продукції, розширення її асортименту. Проте необхідно продовження подальших досліджень з поєднанням зусиль фахівців різних спрямувань, націлених на з'ясування та формулювання теоретичних основ технологій хліба на спонтанних заквасках. Розробка інформативної, нормативної бази, термінів і практичних рекомендацій для виробників передбачатиме адаптацію до місцевої сировини, поширених технологічних схем і обладнання в умовах промислових хлібозаводів і міні-пекарень, механізованого і крафтового виробництва.

## Література

1. Страхов, А. Б. (1991). Культ хлеба у восточных славян: опыт этнолингвистического исследования. Мюнхен: Verlag Otto Sagner, 248.
2. Шутова, М. О. (2017). Етнокультурні стереотипні профілі портретного консерватизму англійців та збереження національної самобутності українців. Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 9: Сучасні тенденції розвитку мов, 15, 241–248.
3. Плисов, Е. В. (2016). Образ хлеба в русской, немецкой и английской картинах мира. Вестник КРАУНЦ. Гуманитарные науки, 2 (28), 20–31.
4. Bread Market – Growth, Trends, and Forecasts (2019–2024). URL: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/bread-market>
5. AIBI Bread Market Report 2013. URL: <https://www.aibi.eu/wp-content/uploads/draft-AIBI-Bread-Market-report-2013.pdf>
6. Lotter, E. (2015). Modern bread is full of harmful additives. Health24. URL: <https://www.health24.com/Diet-and-nutrition/Healthy-foods/Modern-bread-is-full-of-harmful-additives-20150623>
7. Steinhilber, B. (2015). 5 Reasons to Skip White Bread For Good. Everyday Health. URL: <https://www.everydayhealth.com/news/reasons-skip-white-bread-good/>
8. Bread consumption in Europe: an essential role in a healthy and balanced diet (2016). Bread Initiative. URL: <https://www.bread-initiative.eu>
9. Урба, С. І., Коковська, С. І. (2018). Управління конкурентоспроможністю підприємств хлібопекарської галузі. Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія: Міжнародні економічні відносини та світове господарство, 20, 95–100.
10. Ліщинська, В. В. (2018). Аналіз конкурентного середовища хлібопекарської промисловості України. Ефективна економіка. 2018. № 4. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=6265>
11. Хліб стає несмачним: що коїться на ринку випічки в Україні (2017). Все, що треба знати сьогодні. URL: <https://ukr.segodaya.ua/economics/business/hlebostanovitsya-nevkusnym-hto-tvoritsya-na-rynke-vypechki-v-ukraine-1007083.html>
12. Bread: a sliced-up market. Food & Drink Business. URL: <http://www.foodanddrinkbusiness.com.au/special-report-bakery/bread-a-sliced-up-market>
13. Соловей, А. С., Криворучко, К. І. (2018). Дослідження поведінки споживачів на ринку екологічних продуктів. Молодий вчений, 5 (57), 761–765.
14. «Живий хліб» не лише годує, а й оздоровлює (2013). Gazeta.ua. URL: [https://gazeta.ua/ru/articles/poltava-newspaper/\\_zivij-hlib-ne-lishe-goduye-a-j-ozdorovlyuye/475505](https://gazeta.ua/ru/articles/poltava-newspaper/_zivij-hlib-ne-lishe-goduye-a-j-ozdorovlyuye/475505)
15. Шаповал, Е. (2010). Крутой замес. Как заработать на бактериях. Фокус. URL: <https://focus.ua/economics/106907/>
16. Биченко, А. (2012). Хліб на хмелю роблять у Ніжині. Порта Чернігова. URL: <http://www.gorod.cn.ua/news/gorod-i-region/33045-hlib-na-hmelyu-robljat-u-nizhini.html>
17. Наша продукція. ТОВ «Ніжинський хлібобулочний комбінат». URL: <http://www.nizhyn-hbk.com.ua/category/nasha-produkciya/>

18. Про хліб (2018). ПІА Козятин. URL: <https://kazatin.com/lyudi/pro-hlib-10676799.html>
19. Martínez-Monzó, J., García-Segovia, P., Albors-Garrigos, J. (2013). Trends and Innovations in Bread, Bakery, and Pastry. *Journal of Culinary Science & Technology*, 11 (1), 56–65. doi: <https://doi.org/10.1080/15428052.2012.728980>
20. Artisan Bakery Market Research Report - Global Forecast till 2024 (2018). URL: <https://www.marketresearchfuture.com/reports/artisan-bakery-market-3143>
21. Misniakiewicz, M., Halagarda, M. (2013). Regional and traditional products on the market of bread – the analysis of consumers' preferences. *Current trends in Commodity Science: Analysis and consumer acceptance of food products*. Poznan: Poznan University of Economics, 7–23.
22. Chavan, R. S., Chavan, S. R. (2011). Sourdough Technology-A Traditional Way for Wholesome Foods: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 10 (3), 169–182. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2011.00148.x>
23. Petre, A. (2017). Why Sourdough Bread Is One of the Healthiest Breads. *Health Line. Healthline*. URL: <https://www.healthline.com/nutrition/sourdough-bread>
24. Siepmann, F. B., Ripari, V., Waszczynskyj, N., Spier, M. R. (2017). Overview of Sourdough Technology: from Production to Marketing. *Food and Bioprocess Technology*, 11 (2), 242–270. doi: <https://doi.org/10.1007/s11947-017-1968-2>
25. Maioli, M., Pes, G. M., Sanna, M., Cherchi, S., Dettori, M., Manca, E., Farris, G. A. (2008). Sourdough-leavened bread improves postprandial glucose and insulin plasma levels in subjects with impaired glucose tolerance. *Acta Diabetologica*, 45 (2), 91–96. doi: <https://doi.org/10.1007/s00592-008-0029-8>
26. Nionelli, L., Rizzello, C. (2016). Sourdough-Based Biotechnologies for the Production of Gluten-Free Foods. *Foods*, 5 (4), 65. doi: <https://doi.org/10.3390/foods5030065>
27. Dastmalchi, F., Razavi, S. H., Faraji, M., Labbafi, M. (2015). Effect of *Lactobacillus casei*- *casei* and *Lactobacillus reuteri* on acrylamide formation in flat bread and Bread roll. *Journal of Food Science and Technology*, 53 (3), 1531–1539. doi: <https://doi.org/10.1007/s13197-015-2118-3>
28. Dastmalchi, F., Razavi, S. H., Labbafi, M., Faraji, M. (2016). The Impact of *Lactobacillus plantarum*, *Paracasei*, *Casei*–*Casei*, and *Sanfranciscensis* on Reducing Acrylamide in Wheat Bread. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 18 (7), 1793–1805.
29. Lebedenko, T. Ye., Kozhevnikova, V. O. (2018). Spontaneous sourdough technology for bakeries and catering establishments. *Development of natural sciences in countries of the European Union taking into account the challenges of XXI century*. Lublin: Baltija Publishing, 235–255.
30. Oliver, J. (2013). Artisan bread: what's all the fuss about? URL: <https://www.jamieoliver.com/news-and-features/features/artisan-bread/>
31. Tettleton, C. (2018). Artisan Bread Business Overview & Trends. *SBDCNet*. URL: <http://www.sbdnet.org/small-business-research-reports/artisan-bread-business>

32. Chawla, S., Nagal, S. (2015). Sourdough in Bread-Making: An ancient technology to solve modern issues. *International Journal of Industrial Biotechnology and Biomaterials*, 1 (1). URL: [https://www.researchgate.net/publication/281814263\\_Sourdough\\_in\\_Bread-Making\\_An\\_Ancient\\_Technology\\_to\\_Solve\\_Modern\\_Issues/download](https://www.researchgate.net/publication/281814263_Sourdough_in_Bread-Making_An_Ancient_Technology_to_Solve_Modern_Issues/download)
33. Gobbetti, M., De Angelis, M., Di Cagno, R., Calasso, M., Archetti, G., Rizzello, C. G. (2019). Novel insights on the functional/nutritional features of the sourdough fermentation. *International Journal of Food Microbiology*, 302, 103–113. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2018.05.018>
34. Еникеев, Р. Р., Кашаев, А. Г., Зимичев, А. В. (2010). Применение заквасок в хлебопечении. *Известия вузов. Пищевая технология*, 2-3, 7–9.
35. Ognean, C. F. (2015). The Technological Evaluation of Sourdoughs Prepared in Different Conditions. *Management of Sustainable Development*, 7 (1), 33–36. doi: <https://doi.org/10.1515/msd-2015-0019>
36. Дорош, А. П., Грегирчак, Н. Н. (2015). Исследование антагонистических свойств закваски с направленным культивированием и оценка микробиологических показателей хлеба на ее основе. *Техника и технология пищевых производств*, 37 (2), 10–15.
37. Rak, V., Yurchak, V., Bilyk, O., Bondar, V. (2018). Research into techniques for making wheat bread on hop leaven. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (11 (91)), 4–9. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.121677>
38. Venturi, F., Sanmartin, C., Taglieri, I. et. al. (2016). Effect of the baking process on artisanal sourdough bread-making: A technological and sensory evaluation. *Agrochimica*, 60 (3), 222–234.
39. Dashen, M. M., Edia-Asuke, U. A., Amapu, T. Y. et. al. (2016). Effect of fermented dough on the organoleptic quality and shelf-life of bread. *Journal of Microbiology Research*, 1 (1), 104–114.
40. Сатцаева, И. К., Гасиева, В. А., Тебоева, А. К., Фарниева, Я. С. (2016). Способ повышения качества и безопасности хлебобулочных изделий из пшеничной муки путем совершенствования технологии хмелевой закваски. *Вестник КрасГАУ*, 2, 118–124.
41. Иванова, Е. П. (2015). Разработка линии производства хмелетыквенной закваски. *Инновационная техника и технология*, 3, 17–22.
42. Рахмонов, К. С., Исабаев, И. Б., Атамуратова, Т. И. (2011). Закваски спонтанного брожения – эффективное средство профилактики картофельной болезни. *Хранение и переработка сельхозсырья*, 12, 37–38.
43. Lebedenko, T., Kozhevnikova, V., Novichkova, T., Kotuzaki, O. (2019). Features of determining the quality of ethnic sourdoughs and ways of using them in baking and catering business. *EUREKA: Life Sciences*, 4, 36–44. doi: <http://dx.doi.org/10.21303/2504-5695.2019.00971>
44. Дубцов, Г. Г. (1991). Производство национальных хлебных изделий. Москва: ВО "Агропромиздат", 141.

45. Лебеденко, Т. Є., Новічкова, Т. П., Соколова, Н. Ю., Бицюра, О. В. (2012). Відродження старовинних технологій приготування хліба на винних дріжджах. Харчова наука і технологія, 1 (18), 86–90.
46. Лебеденко, Т. Є., Пшенишнюк, Г. Ф., Соколова, Н. Ю. (2014). Технологія хлібопекарського виробництва. Практикум. Одеса: Освіта України, 392.
47. Дробот, В. І. (Ред.) (2015). Технохімічний контроль сировини та хлібобулочних і макаронних виробів. Київ: НУХТ, 902.
48. Афанасьєва, О. В. (2003). Микробиологія хлібопекарного виробництва. СПб.: Береста, 220.
49. Дробот, В. І. (Ред.) (2006). Лабораторний практикум з технології хлібопекарського та макаронного виробництва. Київ: Центр навчальної літератури, 341.
50. Іоргачова, К. Г., Лебеденко, Т. Є., Кожевнікова, В. О., Соколова, Н. Ю. (2017). Фітоекстракти у вирішенні проблем та задач хлібопечення. Наукові праці НУХТ, 23 (5), 186–198. doi: <https://doi.org/10.24263/2225-2924-2017-23-5-2-24>
51. ДСанПіН 4.2-180-2012. Медичні вимоги до якості та безпечності харчових продуктів та продовольчої сировини. URL: <http://normativ.net.ua/sanpin/tdoc24804.php>